



Dunkle Materie in der Zwerggalaxie [KKS2000]04

Bei der Interpretation von Beobachtungsdaten muss Sorgfalt walten. Insbesondere mag eine weitreichende Schlussfolgerung eng mit der tatsächlichen Entfernung eines Objekts verknüpft sein, wie im Fall von NGC 1052-DF2.

Aufgabe 1: In einer Forschungsarbeit aus dem Jahr 2010 entwickelten Benjamin P. Foster und Kollegen mit statistischen Methoden und Vielkörpersimulationen eine Beziehung zwischen der stellaren – und damit sichtbaren – Masse m von Galaxien und der Masse M der Dunklen Materie in ihrem Halo:

$$\frac{m}{M} = \left(\frac{m}{M}\right)_0 \cdot \frac{1}{(M/M_1)^{-\beta} + (M/M_1)^\gamma}.$$

Die Gleichung enthält vier Parameter: Zur Normalisierung dient $(m/M)_0 = 0,0282$, und $M_1 = 7,656 \cdot 10^{11} M_\odot$ ist eine charakteristische Masse, bei der das Verhältnis der stellaren zur Halomasse

gleich $(m/M)_0$ ist. Die beiden Exponenten $\beta = 1,057$ und $\gamma = 0,556$ beschreiben das Verhalten hin zu kleinen und hin zu großen Massen. **a)** Man berechne das Verhältnis (m/M) für Halomassen von $10^8 M_\odot$ bis $10^{14} M_\odot$ in Schritten von 0,5 im Exponenten und bestimme (grob) das Maximum $(m/M)_{\max}$ der resultierenden Kurve. **b)** Um welchen Faktor ist die Masse der Dunklen Materie einer jeden Galaxie demnach mindestens größer als die der stellaren Masse?

Aufgabe 2: Gemäß der Annahme, dass NGC 1052-DF2 eine Satellitengalaxie von NGC 1052 ist, wäre ihre zu deren Distanz von 20,4 Mpc bestimmte stellare Masse $m_{\text{DF2}^*} \approx 2 \cdot 10^8 M_\odot$. Aus der Dynamik ihrer aus elf Kugelsternhaufen folgt eine Halomasse von $M_{\text{DF2DM}} \approx 3,5 \cdot 10^8 M_\odot$. Enthält dem Ergebnis von Aufgabe 2 nach NGC 1052-DF2 genug Dunkle Materie?

Aufgabe 3: Offenbar ist die untersuchte Zwerggalaxie doch kein Satellit von NGC 1052, denn ihre Entfernung liegt nur bei 13 Mpc (was eher zur benachbarten Galaxie NGC 1042, 8 bis 13 Mpc, passen würde), und ihre ältere Bezeichnung lautet [KKS2000]04. Die stellare Masse liegt dann bei $m_{\text{KKS}^*} \approx 6 \cdot 10^7 M_\odot$, und die Masse der Dunklen Materie $m_{\text{KKS,DM}}$, berechnet über nunmehr 19 Kugelsternhaufen, liegt bei mindestens $10^9 M_\odot$. Passen diese Werte zum Ergebnis von Aufgabe 2?

AXEL M. QUETZ

ZUM NACHDENKEN: Unser Sonnensystem



Das Buch enthält 119 Aufgaben und Lösungen der Rubrik »Zum Nachdenken« zum Sonnensystem, alle überarbeitet und mit zusätzlichen Informationen versehen.

368 Seiten. Preis: 25 €. Bestell-Link: <https://amzn.to/2s1Yh6L>

Ihre Lösungen senden Sie bitte an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. E-Mail: zum-nachdenken@sterne-und-weltraum.de. Einsendeschluss ist der 6. September 2019.

Alle Leser, die bis einschließlich des Mai-Heftes 2020 mindestens neun richtige Lösungen senden, werden bei der jährlichen Verlosung berücksichtigt. Die Preise der neuen Runde werden auf S. 93 vorgestellt.

Bitte beachten Sie unsere Teilnahmebedingungen auf Seite 14! Sie können Ihre Datenschutzrechte nach Art. 15 ff. DSGVO ausüben, indem Sie uns unter service@spektrum.de kontaktieren.

Fünf Methoden wurden eingesetzt, und innerhalb der Messgenauigkeiten ergaben diese ein einheitliches Ergebnis: Die Galaxie ist gar nicht so weit weg: Statt 64 Millionen Lichtjahre ist sie lediglich 42 Millionen Lichtjahre entfernt. Diese Differenz von 22 Millionen Lichtjahren sind entscheidend. Denn wenn die neue Messung stimmt, ist die Galaxie weder ultradiffus, noch enthält sie Kugelsternhaufen, die eigentlich zu hell und zu groß sind. Ihre Masse wäre dann nur noch rund halb so groß, aber sie würde auch nur rund ein Viertel der Gesamtmasse betragen – denn diese liegt ja bei rund einer Milliarde Sonnenmassen. Da wäre also doch genügend Platz für Dunkle Materie. (Und für alternative Gravitationstheorien, wenn man den Gedanken weiterspinn, was Trujillo und sein Team allerdings nicht tun.)

So. Ist der Fall geklärt?

Nun, auf der einen Seite sind diejenigen Forscher, die meinen, dass auch eine Galaxie ohne Dunkle Materie nicht prinzipiell alle alternativen Gravitationstheorien automatisch widerlegen würde. Und auf der anderen Seite sind Forscher, die auch schon vorher anmerkten, dass eine einzelne Galaxie sowieso wenig aussagekräftig ist, um nicht zu sagen, gar nicht. Da sind Pieter van Dokkum und seine Kollegen, die in der Zwischenzeit eine weitere Galaxie ohne Dunkle Materie gefunden haben wollen: NGC 1052-DF4, eine weitere Satellitengalaxie von NGC 1052. Und da ist weiterhin Ignacio Trujillo, der auch bei dieser Galaxie eine viel geringere Distanz gemessen haben will und die, genau wie der ex-Sonderling, ganz normal sein soll, Dunkle Materie inklusive.

FRANZISKA KONITZER studierte Physik und Astrophysik an der University of York in Großbritannien und ist in München als Journalistin tätig.

Literaturhinweise

van Dokkum et al.: A galaxy lacking dark matter. *Nature* 555, 2018

Trujillo et al.: A distance of 13 Mpc resolves the claimed anomalies of the galaxy lacking dark matter. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 486, 2019

W I S Didaktische Materialien:
www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1051349